

Литература

1. Иванов А.В., Скрипник И.Л., Воронин С.В. Исследование процессов электризации при обращении с модифицированными наножидкостями и лакокрасочными материалами // Проблемы управления рисками в техносфере. 2018. № 3 (47). С. 107–112.
2. Нейросетевое моделирование условий обеспечения электростатической искробезопасности процессов транспортировки модифицированных углеводородных жидкостей на основе экспериментальных данных / А.Ю. Сорокин [и др.] // Вестник Уральского института ГПС МЧС России. 2018. № 1 (18). С. 63–76.
3. Научно-методические основы управления электростатическими свойствами жидких углеводородов для обеспечения пожарной безопасности предприятий нефтегазового комплекса / А.В. Иванов [и др.] // Вестник Уральского института ГПС МЧС России. 2018. № 2 (19). С. 98–109.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ АВАРИЙНО ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ В СЛУЧАЕ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ АКТОВ

**О.Н. Савчук, кандидат технических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;
М.Д. Маслаков, доктор технических наук, профессор.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.
В.Н. Громов, доктор технических наук, профессор.
Военный институт (инженерно-технический) Военной академии
материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева**

Рассматриваются проблемы организации ликвидации последствий аварий на железнодорожном транспорте при перевозке аварийно химически опасных веществ с учетом особенностей в случае террористических актов и даны рекомендации по совершенствованию отдельных мероприятий ликвидации последствий.

Ключевые слова: аварийно химически опасное вещество, отсекающая водяная завеса, изоляция «зеркала» аварийно химически опасного вещества пеной

IMPROVING THE ORGANIZATION OF LIQUIDATION OF CONSEQUENCES OF ACCIDENTS ON RAILWAY TRANSPORT WHEN TRANSPORTING HAZARDOUS CHEMICAL SUBSTANCES IN TERRORIST ATTACKS

O.N. Savchuk; M.D. Maslakov.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.
V.N. Gromov.
Military institute (engineering and technical) of Military academy of logistics
named after General of the Army A.V. Khrulev

The article deals with problems of elimination of consequences of accidents in railway transport when transporting emergency and hazardous chemical substances with account of peculiarities in the case of terrorist acts, and provided recommendations for the improvement of individual activities.

Keywords: emergency and chemically hazardous substance, cut off the water curtain, the isolation of «mirrors» emergency and chemically hazardous substance foam

По территории нашей страны ежегодно транспортируется до 4 млрд т грузов. В основной массе (до 50 %) это осуществляется железнодорожным транспортом. Однако железнодорожный транспорт представляет собой угрозу жизни и здоровья как для пассажиров, так и для населения селитебной части городов, расположенных вблизи маршрутов их перемещения с большим количеством транспортируемых пожаровзрывоопасных, радиоактивных, химических веществ в случаях аварий транспорта или разгерметизации цистерн с аварийно химически опасными веществами (АХОВ). Потенциальную опасность железнодорожного транспорта подтверждает статистика нарастающего количества аварий за 2011–2015 гг., представленная на рис. 1 [1].

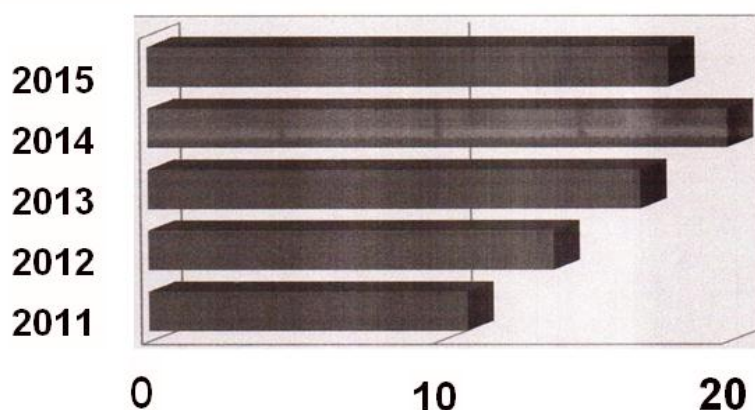


Рис. 1. Инфографика количества аварийных случаев инфраструктуры железнодорожного транспорта за 2011–2015 гг.

В связи с нарастанием террористических угроз особую опасность в настоящее время представляет железнодорожный транспорт, который может перевозить большие объемы АХОВ. Высокая уязвимость такого вида транспорта обусловлена неизменностью основных транспортных маршрутов, прохождением их вблизи густонаселенных районов городов (вокзалов), что в случае террористических актов может привести к большим людским и материальным потерям. Вероятность осуществления аварий (разрушений) на железнодорожном транспорте может происходить как в периоды загрузки (разгрузки), так и в ходе перемещения на маршрутах. Состав сил и средств, привлекаемый для ликвидации последствий таких чрезвычайных ситуаций (ЧС), зависит: от количества пролитого АХОВ, глубины распространения облака химического заражения, площади разлива и осуществляется, прежде всего, организацией, ответственной за перевозку груза (получение) во взаимодействии с аварийно-спасательными силами территориальных подсистем Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), куда могут входить подразделения МЧС России и аварийно-спасательных сил и средств отделений Российской железной дороги (РЖД). При этом руководство ликвидацией ЧС осуществляет ответственный за перевозку (получение) этого груза. В обязанности этих организаций входит содержание в постоянной готовности мобильных аварийных групп (бригад) к выезду на место аварии.

В случае аварии, связанной с разгерметизацией цистерн с АХОВ, ответственный за перевозку груза немедленно сообщает об этом в свою организацию и вызывает мобильную аварийную группу (бригаду), а также оповещает муниципальную единую дежурную диспетчерскую службу (ЕДДС), органы управления территориальной системы РСЧС и до прибытия мобильной аварийной группы (бригады) совместно с сопровождающими лицами действуют в соответствии с рекомендациями по локализации аварии и соблюдению правил

безопасности при проведении работ, изложенными в аварийной карточке на перевозимый тип АХОВ.

При прибытии аварийно-спасательных сил в район аварии руководитель ликвидации аварии (ответственное лицо организации, осуществляющее отправку (получение) груза) на основе оценки обстановки ставит задачу по порядку и последовательности применения их, доводит специфические меры защиты спасателей в соответствии с данным аварийным типом АХОВ. Силы и средства МЧС России и РЖД привлекаются дифференцировано к выполнению своих задач по ликвидации аварии.

В целом основные способы по локализации и ликвидации аварий на железнодорожном транспорте при разгерметизации цистерн с АХОВ те же, что и при авариях стационарных химически опасных объектов.

Однако при организации ликвидации последствий таких аварий следует учитывать ряд особенностей их проявления:

- масштабность химического заражения вследствие больших количеств пролитого АХОВ;

- труднодоступность аварийно-спасательных сил и средств к месту аварии и возможной удаленности их, что скажется на их оперативном прибытии;

- разгерметизация (разрушения) железнодорожных цистерн с АХОВ может происходить внезапно в период движения на высокой скорости перемещения состава;

- затруднение в оперативном оповещении центров управления в кризисных ситуациях (ЦУКС), органов управления РСЧС об аварии и получении достоверной информации о параметрах разгерметизации, что приводит к запаздыванию принятия управленческих решений на применение сил для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР);

- отсутствие достаточных сил и средств в начале работ по локализации аварии;

- трудности в организации вывода (выноса) людей из зоны химического заражения и оказания им своевременной помощи по обеспечению их безопасности;

- трудности по восстановлению движения на аварийном участке железной дороги, где произошла авария в короткие сроки.

Силами и средствами РЖД выполняются следующие мероприятия по ликвидации последствий аварии на железной дороге с проливом АХОВ:

- ограждение места аварии, развертывание пунктов управления и связи;

- организация спасения населения и вывод его из очага поражения;

- розыск и спасение пострадавших, оказание им первой помощи, вынос из очага поражения и отправка их в лечебные учреждения;

- информирование об аварии ЦУКС субъекта Российской Федерации, территориально РСЧС оповещение и вызов привлекаемых аварийно-спасательных сил;

- обеззараживание местности участка пролива АХОВ и вывоз загрязненной подстилающей поверхности железнодорожного полотна.

Кроме того, силами РЖД решаются следующие специфические задачи:

- доставка сил и средств, привлекаемых аварийно-спасательных сил других министерств и ведомств, удаленных от места аварии;

- восстановление движения поездов на аварийном участке;

- доставка резервных емкостей в специализированных вагонах в район аварии для перекачки АХОВ из аварийных железнодорожных цистерн с АХОВ;

- организация оперативного удаления аварийных цистерн с АХОВ из района аварии на безопасное расстояние от селитебной части населенных пунктов;

- удаление неисправного и поврежденного подвижного состава.

Последовательность работ по ликвидации аварии резервуаров с АХОВ, перевозимых железнодорожным транспортом (рис. 2), следующая:

1. Прибытие и развертывание аварийно-спасательных подразделений.

2. Проведение разведки (установление размеров разгерметизации резервуара с АХОВ, определение размеров зон химического заражения, обнаружение пострадавших).

3. Отцепка от подвижного состава аварийного вагона с АХОВ и перебазирование его на запасный путь.
4. Устранение течи АХОВ путем использования хомутов, бандажей и других устройств.
5. Извлечение из поврежденных вагонов и эвакуация в незараженную зону.
6. Розыск и оказание первой помощи пострадавшим, вынос их из очага химического поражения и направление их в лечебные учреждения.
7. Осуществление постановки отсекающих водяных завес в сочетании с нейтрализующими растворами.
8. Изоляция «зеркала» пролива пеной или пленкой для предотвращения образования вторичного облака химического заражения.
9. Слив остатков АХОВ из поврежденной цистерны в резервную специализированного вагона.
10. Отрыв и оборудование отводных, заградительных канав, прокладка для стока АХОВ.
11. Удаление откачкой жидкой фазы АХОВ на пониженных участках местности.
12. Устройство котлованов для сбора жидкой фазы АХОВ, обвалование участков пролива.
13. Использование воды с включением загустителей для разбавления пролива до предельно допустимых концентраций АХОВ.
14. Удаление зараженной воды АХОВ путем откачки из естественных ям, котлованов.
15. Обеззараживание пролива путем использования нейтрализующих растворов, обработки сыпучими сорбентами.
16. Утилизация (вывоз) зараженного грунта и засыпка неровностей незараженным грунтом.

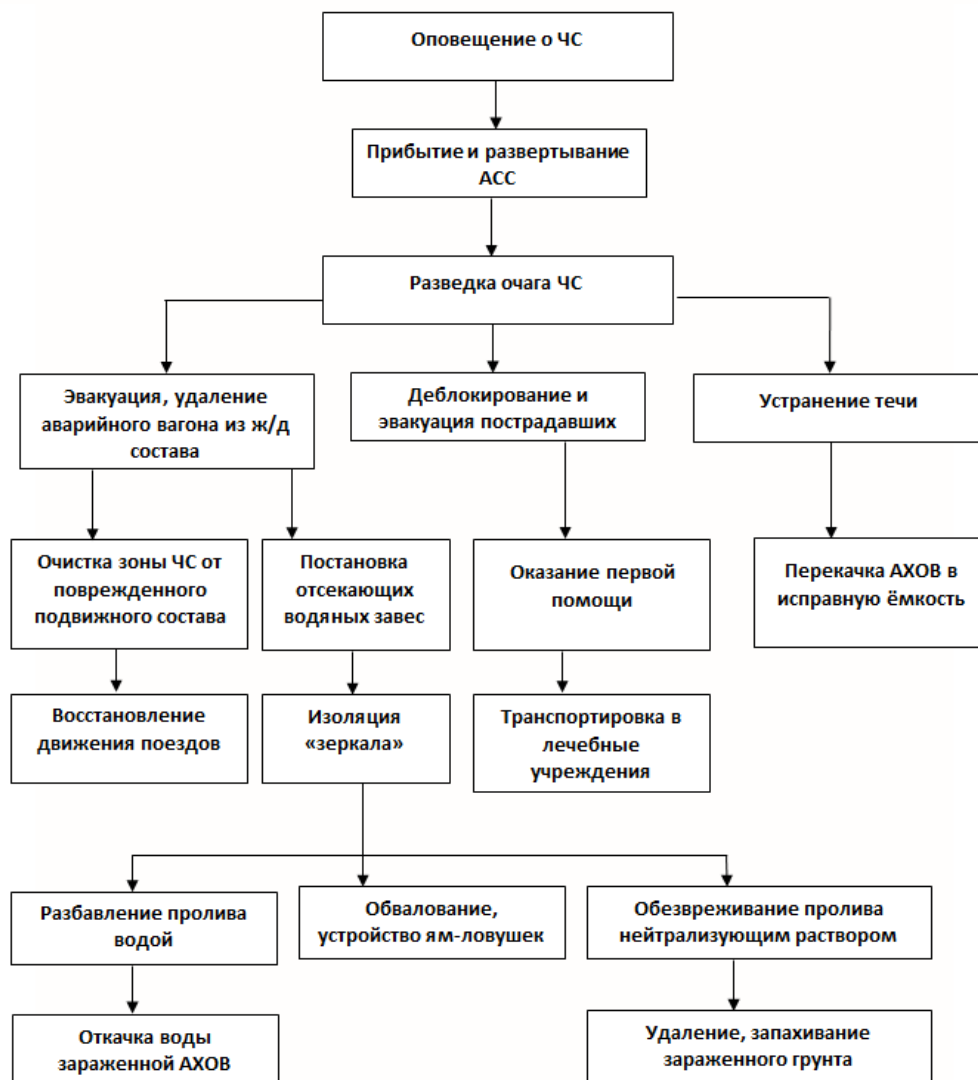


Рис. 2. Проведение ликвидации последствий аварии при разгерметизации железнодорожной цистерны с АХОВ

Последовательность ведения работ по ликвидации последствий аварий с проливом АХОВ на железных дорогах представлена на рис. 3.

Прибытие сил по ликвидации последствий отделения железной дороги (ОЖД) в район аварии составляет не менее одного часа, что не решает проблему оперативной локализации аварии. При всей оперативности прибытия пожарных расчетов и использования отсекающих водяных завес ($t_{пр}=10$ мин) на участке торможения до аварийной остановки является трудно выполнимой задачей в связи с необходимостью привлечения большого количества расчетов вследствие протяженности участка торможения и затруднения подъезда к железнодорожному полотну.

Как показывают расчеты, использование отсекающих водяных завес на м участке торможения нецелесообразно при величине отверстия в емкости более 10 см при скорости железнодорожного транспорта 70 км/ч. При высокой скорости движения транспорта и приведенного уклона будет сложнее осуществить локализацию распространения зараженного воздуха с помощью отсекающих водяных завес вследствие увеличения участка торможения, на котором происходит пролив АХОВ.



АСС – аварийно-спасательная служба

Рис. 3. Последовательность проведения аварийно-спасательных работ при авариях с проливом АХОВ на железной дороге

Совершенствование организации ликвидации последствий таких аварий в целях оперативности их проведения следует осуществлять:

- подачей автоматически сигнала о разгерметизации резервуаров с АХОВ в территориальную подсистему РСЧС, ЦУКС Главного управления (ГУ) МЧС России, ЦУКС ОЖД с подтверждением об этом сопровождающего груз;
- организацией разведки в очаге силами лиц, сопровождающих груз, и с привлечением сил МЧС России с беспилотными средствами разведки;
- своевременным вызовом сопровождающей груз мобильной аварийной группы (бригады);

- организацией автоматического отключения высокого напряжения контактной сети на аварийном участке пути силами ОЖД России;
- оперативной отцепкой от подвижного состава аварийного вагона (вагонов) с АХОВ и передислокацией его (их) на запасный путь;
- оперативным деблокированием, выносом пострадавших из очага химического заражения и оказанием им первой помощи привлекаемыми силами РСЧС, ОЖД Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России;
- эвакуацией пострадавших в лечебные учреждения мобильными силами территориальной РСЧС;
- временной эвакуацией населения из зон химического заражения транспортом территориальной РСЧС;
- локализацией истечения АХОВ лицами, сопровождающими груз, мобильной аварийной группы (бригады), силами ОЖД с использованием современных средств герметизации;
- своевременным привлечением сил ГПС МЧС России и ОЖД для применения отсекающих водяных завес;
- изоляцией «зеркала» пролива пеной или пленкой для предотвращения испарения силами ГПС МЧС России и ОЖД, для чего необходимо иметь эти средства в оперативной готовности к их применению;
- разбавлением пролива водой до безопасных концентраций силами ГПС МЧС России и ОЖД, для чего предусматривается размещение в запасных районах путей водяных колодцев;
- оперативным оборудованием отводных канав на склоне, прокладкой труб для стока АХОВ с использованием перспективных инженерных средств РСЧС;
- ограждением опасных участков пролива и мест проведения аварийно-спасательных работ силами ОЖД (ответственный начальник дистанционного пути) и территориальной системы РСЧС;
- освещением мест проведения аварийно-спасательных работ силами ОЖД;
- ускоренным сбором, удалением и дегазацией пролива АХОВ, засыпкой их сыпучими сорбентами силами мобильной аварийной группы (бригады) и силами ОЖД;
- осуществлением откачки зараженной воды на участках зараженной местности силами Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России и ОЖД.

При больших объемах АСДНР по приказу начальника отделения или начальника железной дороги к месту аварии могут направить восстановительный и пожарный поезд.

В целях оперативной информации об аварии и обеспечения исходными данными информационных центров ЦУКС ГУ МЧС России и ОЖД целесообразно:

- оборудовать системой ГЛОНАСС кабину машиниста с АХОВ в целях контроля местоположения движения его в пути в режиме онлайн;
- установить на каждой цистерне с АХОВ датчики передачи сигнала о разгерметизации и их размерах;
- установить датчик передачи сигнала о начальной скорости аварийного торможения при проливе АХОВ.

Практическая реализация обеспечения этими исходными данными информационных центров ЦУКС и ОЖД, автоматизированных систем ЕДДС возможна на базе модернизации и применения комплекса «Стрелец-Мониторинг», успешно используемого в МЧС России с 2010 г. Сегодня он используется для мониторинга и передачи данных о возникновении и развитии крупных пожаров, их параметрах возгорания в зданиях, где возможно пребывание массового количества людей.

В целях оперативного устранения течи небольших размеров отверстий целесообразно:

- разрабатывать и совершенствовать применение магнитных пластырей, прижимов типа «консоль» (рис. 4), время на локальное устранение истечения до 1,5 мин;
- использовать средство для локализации истечения аммиака [2], изготовленного на основе полиэфирного материала, который затвердевает в течение 1–2 мин и сдерживает

давление до 16 атм. Средство вводится шприцем вручную с давлением герметизируемого состава выше давления в аварийной цистерне на 0,1 атм, время на устранение истечения составляет до 60 с;

– использовать табельное средство типа «консоль» (масса 2,5 кг) на основе магнита для устранения истечения хлора из аварийных емкостей при отверстиях диаметром до 7 мм и давлении 25 атм;

– использовать средство типа «консоль» (масса 5,4 кг) с силой прижатия 500 кг и «мост-рамка» (масса 9,5 кг) с силой прижатия 1 000 кг. Это средство апробировано на полигонах, устраняет истечение АХОВ с диаметром отверстия разгерметизации до 12 мм [3].

Изоляция «зеркала» пролива АХОВ пенами эффективна в том случае, когда она способна долго не разрушаться от взаимодействия с АХОВ и обеспечивать надежное предотвращение испарения АХОВ. Пены, используемые пожарно-спасательными частями для тушения пожара, могут применяться для изоляции «зеркала» пролива АХОВ типа хлор, а для изоляции аммиака неэффективны. В настоящее время ведутся работы по созданию пен с нейтрализующими веществами, способными осуществлять эффективную изоляцию «зеркала» пролива АХОВ. Так, например, экспериментом была доказана эффективность использования гелеобразующих водополимерных пен на основе поливинилового спирта [2] для устранения истечения проливов хлора и аммиака. Как показали испытания, такие пены не разрушаются в течение 10 ч и способны обеспечить прекращение истечения на срок до пяти суток. Целесообразно использование пены на основе карбамидоформальдегидной смолы [4] с помощью индивидуальных пенных генераторов.

Создание таких пен и заправка пенных генераторов ими возможна с использованием авторазливочных станций АРС-14, модульной установки Ш'-У (изделие 15Ц42), способной доставлять пену на расстояние 70 м от установки [4].

Применение отсекающих водяных завес для предотвращения распространения зараженного облака силами ГПС МЧС России будет осуществляться с помощью прибывающих в район аварии пожарных расчетов на базе автоцистерн, имеющих в комплекте насадки распыления типа НРТ-18, НРТ-20.

На протяженных участках действительного торможения, где при проливе возможно химическое поражение населения, расположенного вблизи железнодорожных путей, представляется невозможным осуществление оперативной постановки отсекающих водяных завес и локализации последствий аварии указанными выше традиционными способами.

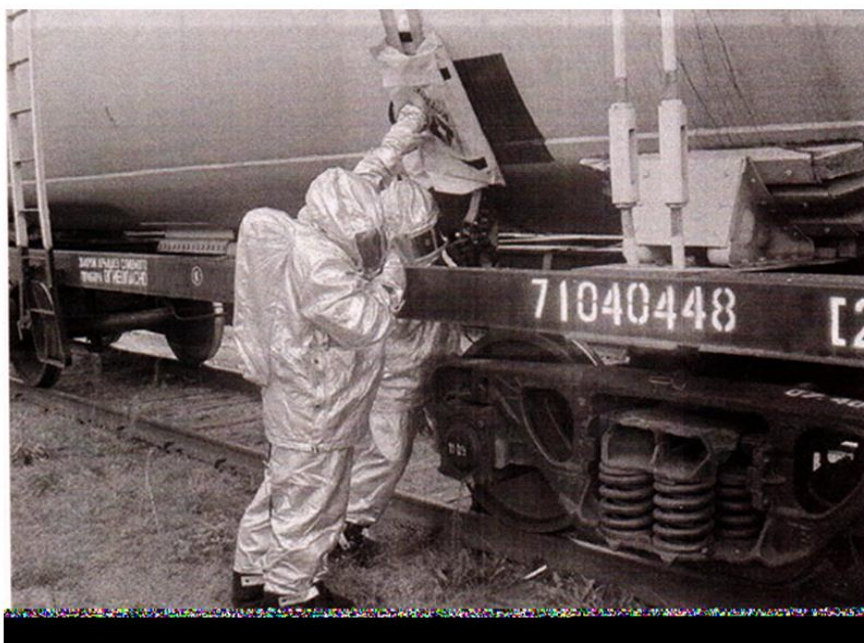


Рис. 4. Устранение истечения АХОВ при разгерметизации железнодорожной цистерны

Более того, остановка пролива путем заделки отверстий в цистернах (емкостях) с помощью клиньев, хомутных бандажей работниками предприятий, сопровождающих опасные грузы, осложнена и возможна лишь в районе аварийной остановки либо в безопасном месте, куда транспортируется поврежденная цистерна.

Решение проблемы осуществления локализации аварии с проливом АХОВ на участке торможения и в районе аварийной обстановки возможно с учетом включения в подвижной состав средства оперативной дегазации [5], расположенного на платформе, следующей впереди цистерны с АХОВ. При транспортировке нескольких цистерн с АХОВ необходимо в состав включать два таких средства дегазации: одно следует спереди первой цистерны с АХОВ по ходу движения поезда, а второе – за последней цистерной с АХОВ. В случае аварии сигнал от датчика разгерметизации любой из цистерн с АХОВ поступает не только к машинисту, который реагирует и производит аварийное торможение, но и на срабатывание средства дегазации, которое будет осуществлять дегазацию железнодорожного полотна на аварийном участке торможения и в районе аварийной остановки. Суть работы средства оперативной дегазации заключается в равномерном разбрызгивании через щелевые насадки нейтрализующего раствора, покрывающего места пролива железнодорожного полотна. Средство оперативной дегазации функционирует только при срабатывании аварийного электропневматического клапана от электрического сигнала аварийной остановки, подаваемого при срабатывании датчиков, установленных в цистернах с АХОВ в случае их разгерметизации с последующим проливом.

Таким образом, использование такого средства повышает эффективность и оперативность обеспечения безопасности населения от пролива АХОВ как на участках аварийного торможения, так и в районе аварийной остановки в результате разгерметизации железнодорожных цистерн с АХОВ без схода их с рельс.

Нейтрализацию участков пролива вне железнодорожного полотна можно также осуществлять сбором и выемкой зараженного грунта, засыпкой неровностей незараженным грунтом, уплотнением снега. Удаление зараженной почвы осуществляется путем срезания ее поверхностного слоя на глубину 7–8 см, а уплотненного снега путем удаления поверхностного рыхлого снега на глубину до 20 см, толщина слоя грунта при засыпке обработанной поверхности земли должна составлять примерно 10 см.

В случае заражения капельно-жидкими АХОВ подвижного состава для нейтрализации его используется:

- обдувка загрязненных поверхностей струей «острого» пара;
- обмывка нейтрализующими растворами с одновременным протиранием щетками с помощью специальных приборов.

Мероприятия по нейтрализации проводятся, как правило, сменами, с продолжительностью каждой смены не более четырех часов. При работе в очаге химической аварии в средствах индивидуальной защиты кожи следует соблюдать режим работы в них в зависимости от температуры окружающего воздуха. Продолжительность работы в изолирующих средствах органов дыхания в очаге не должна превышать времени их защитного действия.

Таким образом, учет предлагаемых рекомендаций и совершенствования способов ликвидации последствий таких аварий позволит свести к минимуму риски химической опасности населения, проживающего вблизи маршрутов перемещения железнодорожного транспорта, перевозящего АХОВ.

Литература

1. Проблемы организации обеспечения безопасности при перевозе аварийно химически опасных веществ железнодорожным транспортом / О.Н. Савчук [и др.] // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2016. № 3. С. 28–33.

2. Исследование возможности применения гелеобразных водно-полимерных экранов для локализации аварийных проливов ОБ на объектах хранения и уничтожения химического оружия / В.П. Григорьев [и др.]. М.: ВАХЗ, 1992. 21 с.

3. Способ локализации проливов токсических жидкостей: пат. RU 2221108 Рос. Федерация / заяв. ООО «Научно-технический центр «Версия», патентообладатель Гришкевич А.А., Шадрин Л.Н. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

4. Сухов В.И. Развитие методов оценки безопасности и анализа риска подвижного состава: дис. ... канд. техн. наук. М., 2008.

5. Устройство оперативной дегазации участков аварийного торможения железнодорожного транспорта при проливе жидких опасных химических веществ: пат. 'Q2526384 Рос. Федерация; заявл. 17.12.2012; опубл. 27.08.2014 / патентообладатель Савчук О.Н. URL: freepatent.ru (дата обращения: 02.11.2018).

